

⑩ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Patentschrift
⑪ DE 2929724 C2

⑤① Int. Cl. 4:
C22F 1/047
B 21 B 1/22

②① Aktenzeichen: P 29 29 724.3-24
②② Anmeldetag: 21. 7. 79
④③ Offenlegungstag: 14. 2. 80
④⑤ Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 5. 12. 85

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

③① Unionspriorität: ③② ③③ ③①
04.08.78 US 931036 04.08.78 US 931040
04.08.78 US 931041

⑦③ Patentinhaber:
Coors Container Co., Golden, Col., US

⑦④ Vertreter:
Hiebsch, G., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 7700 Singen

⑦② Erfinder:
Robertson, King G.; McAuliffe, Donald, Golden, Col.,
US

⑤⑤ Im Prüfungsverfahren entgegengehaltene
Druckschriften nach § 44 PatG:

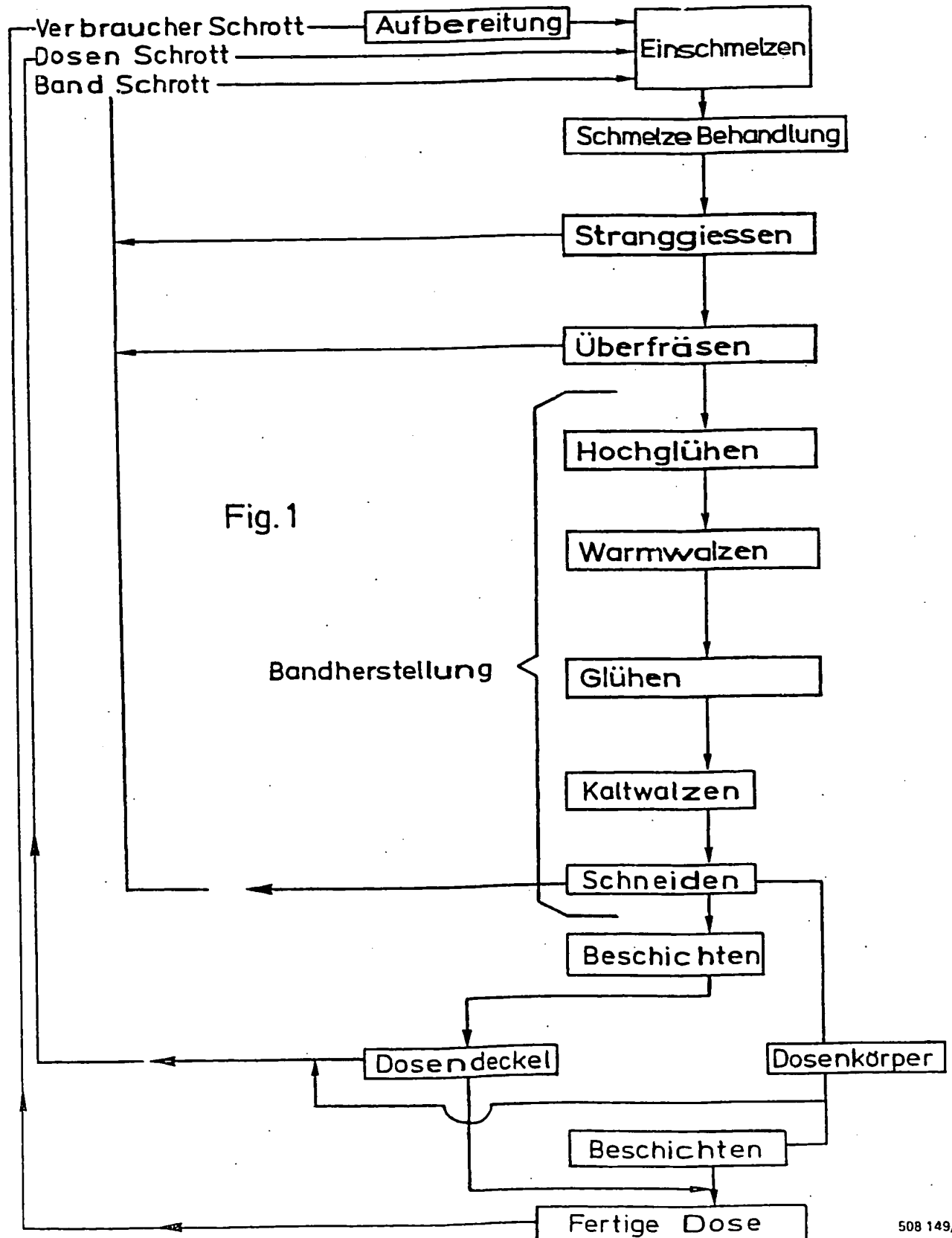
DE-OS 14 17 243
US 39 45 860

D. Altenpohl, »Aluminium von innen betrachtet«,
1970, S. 106, 112, 113, Anhang, Tabelle;
Aluminium-Taschenbuch, 1974, S. 17, 18;

⑤④ Verfahren zum Herstellen eines Bandes aus einer Aluminiumlegierung für Dosen und Deckel

DE 2929724 C2

BEST AVAILABLE COPY



Patentansprüche:

1. Verfahren zum Herstellen eines zur Fertigung von tiefgezogenen und abgestreckten Dosenkörpern sowie Deckeln geeigneten Bandes aus einer Aluminiumlegierung, dadurch gekennzeichnet, daß eine geschmolzene Aluminiumlegierung aus 1,3 bis 2,5% Magnesium, 0,4 bis 1,0% Mangan, 0,1 bis 0,9% Eisen, 0,1 bis 1% Silizium, 0,05 bis 0,4% Kupfer, 0 bis 0,2% Titan, üblichen Verunreinigungen und Aluminium als Rest, wobei der Gesamtgehalt an Magnesium und Mangan zwischen 2,0 und 3,3% beträgt bei einem Verhältnis von Magnesium zu Mangan zwischen 1,4 : 1 und 4,4 : 1, bei einer Temperatur von 700 bis 750° C zu einem Barren vergossen und dieser bei einer Temperatur von 550 bis 600° C während 4 bis 6 Stunden hochgeglüht wird, danach warm zu einem Band abgewalzt sowie das warmgewalzte Band mit einer Dickenreduktion von mindestens 40% kalt auf Enddicke abgewalzt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Starttemperatur zum Warmwalzen zwischen 450 und 510° C liegt.
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Warmwalzen des Barrens in mehreren Stichen zu einer Platte und anschließend kontinuierlich mit einer Dickenabnahme von 70 bis 96% erfolgt.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das warmgewalzte Band vor dem Kaltwalzen bei einer Temperatur von 315 bis 400° C während 2 bis 4 h geglüht wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß zur Herstellung eines zur Fertigung von tiefgezogenen und abgestreckten Dosenkörpern geeigneten Bandes das Kaltwalzen auf Enddicke derart durchgeführt wird, daß
 - a) das warmgewalzte Band in einer ersten Stichserie auf eine Zwischendicke kaltgewalzt wird,
 - b) das auf Zwischendicke kaltgewalzte Band bei einer Temperatur zwischen 350 und 500° C während 3 bis 90 Sekunden, vorzugsweise 3 bis 30 Sekunden kurzzeitig zwischengeglüht wird, und
 - c) das kurzzeitig geglühte Band auf Enddicke mit einer Dickenreduktion von 40 bis 60% kaltgewalzt wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß zur Herstellung eines zur Fertigung von Deckeln geeigneten Bandes das Kaltwalzen auf Enddicke mit einer Dickenreduktion von 60 bis 95% erfolgt.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Schmelze aus mindestens 40% Aluminium-Schrottmittel hergestellt wird.

35

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen eines zur Fertigung von tiefgezogenen und abgestreckten Dosenkörpern sowie Deckeln geeigneten Bandes aus einer Aluminiumlegierung. Lebensmittel- und Getränkebehälter aus Aluminium werden seit etwa 1960 mit großem Erfolg hergestellt. Unter dem Begriff »Behälter« werden hier alle Produkte aus Aluminiumblech verstanden, welche zur Aufnahme eines Füllgutes geformt sind, wie etwa Dosen für kohlesäurehaltige Getränke, Vakuumdosen, Geschirr sowie Behälterteile, wie vollständig entfernbare Deckel und Aufreißring-Deckel. Der Begriff »Dose« bezieht sich auf einen voll verschlossenen, gegenüber innerem und äußerem Druck widerstandsfähigen Behälter, wie etwa Vakuum- und Getränkedosen.

Ursprünglich wurden nur die Dosendeckel aus Aluminium gefertigt und als »weiche Deckel« (soft tops) bezeichnet. Diese Deckel hatten noch keine Merkmale eines leicht zu öffnenden Dosenverschlusses und wurden aus der Legierung AA 5086 hergestellt. Die Einführung der Deckel mit den Eigenschaften eines leicht zu öffnenden Dosenverschlusses, wie etwa die »ring pull«-Deckel, erfordert den Einsatz besser verformbarer Legierungen wie AA 5182, 5082 und 5052. Die am häufigsten verwendeten Legierungen 5082 und 5182 weisen einen hohen Magnesiumgehalt auf (4,0 bis 5,0% Mg) und sind deshalb verhältnismäßig hart im Vergleich zu den bei Dosenkörpern verwendeten Legierungen. Die Legierung 5052 wurde in erster Linie für in mehreren Stufen tiefgezogene, nicht unter Druck stehende Behälter eingesetzt, da sie für die meisten Anwendungsgebiete für Dosen keine genügend hohe Festigkeit aufweist.

Kurz nach der Einführung der Aluminium-Dosendeckel wurden auch die Aluminium-Dosenkörper eingeführt. Aluminium-Dosenkörper wurden anfänglich als Teile von dreiteiligen Dosen gemacht, wie dies von den herkömmlichen »Zinndosen« her bekannt ist. Dreiteilige Dosen bestehen aus zwei Enden und einem zylindrisch geformten und mit einer Naht versehenen Dosenkörper. Bei Getränkedosen hat die neuentwickelte, zweiteilige Dose die dreiteilige Dose nach und nach verdrängt. Zweiteilige Dosen bestehen aus einem Deckel und einem nahtlosen Dosenkörper mit integralem Boden. Dosenkörper von zweiteiligen Dosen werden in mehreren Stufen durch Tiefziehen und Abstrecken geformt.

In der US-PS 34 02 591 wird eine Vorrichtung zur Herstellung von tiefgezogenen und abgestreckten Dosen beschrieben. Beim Tiefziehen und Abstrecken wird der Dosenkörper aus einem kreisrunden Blechstück geformt, welches in einem ersten Schritt zu einem Napf gezogen wird. Die Seitenwand wird dann verlängert und abgedünnt, indem der Napf eine Serie von Ziehringen mit abnehmenden Bohrungen durchläuft. Die Ziehlinge haben einen Abstreckeffekt zur Folge, durch welchen die Seitenwand in die Länge gezogen wird, wodurch die Herstellung eines Dosenkörpers ermöglicht wird, dessen Seitenwand dünner ist als der Boden. Zur Herstellung von Dosenkörpern von zweiteiligen Dosen wird am häufigsten die Legierung AA 3004 verwendet, da sie für den Tiefzieh- und Abstreckvorgang hinreichend gute Verformungs-, Festigkeits- und Werkzeugverschleißigenschaften aufweist. Diese Eigenschaften sind eine Funktion des niedrigen Gehaltes der Legierung an Magnesium

65

(0,3 bis 1,8%) und Mangan (1,0 bis 1,5%).

Der Nachteil der gegenwärtig verwendeten Legierung AA 3004 liegt darin, daß sie zur Erreichung der gewünschten Endeigenschaften eine langzeitige Barrenglühung oder Homogenisierung bei hoher Temperatur erfordert. Konventionelles Barrenglühen ist aber einer der größten Kostenfaktoren bei der Blechherstellung. Zudem ist die Gießgeschwindigkeit für die Legierung 3004 relativ klein, und bei unsachgemäßem Gießen zeigt sie eine Tendenz zur Bildung grober Primärsegregationen.

Es sind früher auch andere Legierungen für die Verwendung bei Dosenkörpern in Betracht gezogen worden, so etwa die Legierung AA 3003. Diese Legierung erfüllt sowohl alle Anforderungen der Verformbarkeit beim Tiefziehen und Abstrecken, wurde jedoch wegen ihrer bei wirtschaftlichen Materialdicken geringen Festigkeit wieder fallengelassen.

Die oben beschriebenen, konventionellen Legierungen für Dosendeckel und Dosenkörper weichen in ihren Zusammensetzungen deutlich voneinander ab, wie aus Tabelle I hervorgeht. Die angeführten Zahlenwerte sind Gewichtsprozent, wie übrigens in der ganzen vorliegenden Beschreibung. Sofern keine Bereichsangaben vorliegen, stellen die in Tabelle I angegebenen Gewichtsprozent Maximalwerte dar. Die Bezeichnung AA und die zugehörigen Zahlenangaben beziehen sich auf das Klassierungssystem der Aluminium Association.

Gegenwärtig werden große Anstrengungen unternommen, sowohl Energie- und Rohstoffquellen zu erhalten als auch die besonders die Getränkeindustrie betreffenden Probleme der Verschwendung und des Abfalls zu beseitigen. Dies soll durch den Aufbau eines totalen Recycling-Programmes in der Aluminiumdosen-Industrie ermöglicht werden, welches sich zusammensetzt aus

- (1) der Sammlung und Rückführung gebrauchter, leerer Aluminium-Getränkedosen, und
- (2) der Wiederverwendung des Aluminiums gebrauchter Dosen zur Herstellung neuer Dosen.

Bei der fertiggestellten Dose sind Deckel und Dosenkörper praktisch untrennbar miteinander verbunden, so daß ein wirtschaftliches Recycling-System die Verwendung der gesamten Dose erforderlich macht. Demzufolge weicht die Zusammensetzung der Schmelze recycelter Dosen erheblich von den Zusammensetzungen der konventionellen Legierungen für Deckel und Dosenkörper ab. Im folgenden werden Legierungen und Bänder zur Herstellung von Dosenkörpern als Dosenlegierungen bzw. -bänder und Legierungen und Bänder zur Herstellung von Deckeln als Deckellegerungen bzw. -bänder bezeichnet. Will man aus der Schmelze recycelter Dosen wieder die ursprünglichen Legierungszusammensetzungen erhalten, so müssen erhebliche Mengen an Primär- bzw. Reinaluminium zugesetzt werden, um eine konventionelle Dosenlegierung zu erhalten; entsprechend noch größere Mengen an Primäraluminium müssen zur Wiederherstellung einer konventionellen Deckellegerung zugegeben werden.

Es wäre demzufolge von Vorteil, für Deckel und Dosenkörper eine Aluminiumlegierung ein und derselben Zusammensetzung zu verwenden, so daß bei der Wiedereinschmelzung dieser Dosen keine Anpassung der Legierungszusammensetzung mehr notwendig wäre. Dieser Vorteil wurde von Setzer et al. erkannt und in der US-PS 37 87 248 beschrieben, in welcher vorgeschlagen wird, sowohl Deckel als auch Dosenkörper aus einer Legierung vom Typ AA 3004 herzustellen, wobei die für Deckel erforderliche Verformbarkeit durch eine Wärmebehandlung erreicht wird. Das von Setzer et al. vorgeschlagene Verfahren beinhaltet ein Halten bei hoher Temperatur nach dem Kaltwalzen. Überdies würden die vom Setzer et al. vorgeschlagenen Legierungszusammensetzungen eine Zusammensetzung der Schmelze zur Folge haben, die sich deutlich von einer Schmelze aus konventionellen, zweiteiligen Dosen mit unterschiedlicher Dosen- und Deckellegerung unterscheiden würde.

Tabelle I

| Legierung | Silizium | Eisen | Kupfer | Mangan | Magnesium | Chrom | Zink | Titan | Andere | |
|-----------|--------------|-------|----------|-----------|-----------|-----------|------|-------|--------|-------|
| | | | | | | | | | Einzel | Total |
| AA 3003 | 0,6 | 0,7 | 0,05-0,2 | 1,0-1,5 | - | - | 0,10 | - | 0,05 | 0,15 |
| AA 3004 | 0,30 | 0,70 | 0,25 | 1,0-1,5 | 0,8-1,3 | - | 0,25 | - | 0,05 | 0,15 |
| AA 5182 | 0,20 | 0,35 | 0,15 | 0,20-0,50 | 4,0-5,0 | 0,10 | 0,25 | 0,10 | 0,05 | 0,15 |
| AA 5082 | 0,20 | 0,35 | 0,15 | 0,15 | 4,0-5,0 | 0,15 | 0,25 | 0,10 | 0,05 | 0,15 |
| AA 5052 | 0,45 Si + Fe | | 0,10 | 0,10 | 2,2-2,8 | 0,15-0,35 | 0,10 | - | 0,05 | 0,15 |
| AA 5042 | 0,20 | 0,35 | 0,15 | 0,20-0,50 | 3,0-4,0 | 0,10 | 0,25 | 0,10 | 0,05 | 0,15 |

Die DE-OS 18 17 243 beschreibt die Herstellung von tiefziehfähigen, feinkörnigen Bändern hoher Dehnung aus mangänhaltigen Aluminiumlegierungen. Dies wird insbesondere durch eine Weichglühung des Bandes bei Enddicke erreicht, wobei das Band zuvor eine gewisse Zeitspanne auf Temperaturen unterhalb der Rekristallisationstemperatur gehalten wird. Hierzu sind unterschiedliche Legierungen geeignet; beispielsweise solche mit einem Manganiumgehalt von 0,3 bis 5,0%.

Die US-PS 39 45 860 betrifft die Herstellung von Aluminium mit hoher Festigkeit bei hoher Duktilität, wozu Legierungen mit beispielsweise bis zu 10% Magnesium und/oder bis zu 3% Mangan eingesetzt werden. Zu dem dort gesteckten Ziel führt ein Verfahren, welches als wesentliches Merkmal eine Sequenz abwechselnd durchgeführter Kaltverformungs- und Teilrückglühungsschritte beinhaltet. Eine gute Abstreckbarkeit wird nicht

verlangt. Diese Abstreckbarkeit hat vor allem die Abwesenheit einer Neigung zum Haften des Dosenwerkstoffes am Abstreckwerkzeug zur Folge, eine Eigenschaft, die unabhängig von Festigkeit und Duktilität zu sehen ist.

Die Angaben der US-PS 39 45 860 bezüglich der Chrom-, Zink- und Titangehalte haben lediglich eine Bedeutung im Zusammenhang mit dem dort beanspruchten Verfahren angesichts der dort zu lösenden Aufgabe.

5 Vor dem Hintergrund des erörterten Standes der Technik ist es das Ziel der Erfindung, ein Verfahren des eingangs genannten Art zur Fertigung von tiefgezogenen und abgestreckten Dosenkörpern sowie Deckeln gleichermaßen geeigneten Bandes zu schaffen, das die Wiederverwendung gebrauchter Aluminiumdosen und -dosenteile durch Einschmelzen derselben und Angleichung der Schmelze auf die gewünschte Zusammensetzung auf wirtschaftliche Weise ermöglicht.

10 Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, daß eine geschmolzene Aluminiumlegierung aus 1,3 bis 2,5% Magnesium und 0,4 bis 1,0% Mangan, üblichen Verunreinigungen und Aluminium als Rest, wobei der Gesamtgehalt an Magnesium und Mangan zwischen 2,0 und 3,3% beträgt bei einem Verhältnis von Magnesium zu Mangan zwischen 1,4:1 und 4,4:1, bei einer Temperatur von 700 bis 750° C zu einem Barren vergossen und dieser bei einer Temperatur von 550 bis 600° C während 4 bis 6 Stunden hochgeglüht wird, danach warm zu einem Band 15 abgewalzt sowie das warmgewalzte Band mit einer Dickenreduktion von mindestens 40% kalt auf Enddicke abgewalzt wird. Zudem soll die Starttemperatur zum Warmwalzen zwischen 450 und 510° C liegen.

Nach weiteren Merkmalen der Erfindung erfolgt das Warmwalzen des Barrens in mehreren Stichen zu einer Platte und anschließend kontinuierlich mit einer Dickenabnahme von 70 bis 96%, wobei das warmgewalzte Band vor dem Kaltwalzen bei einer Temperatur von 315 bis 400° C während 2 bis 4 h geglüht werden kann.

20 Auch hat es sich als günstig erwiesen, zur Herstellung eines zur Fertigung von Deckeln geeigneten Bandes das Kaltwalzen auf Enddicke mit einer Dickenreduktion von 60 bis 95% zu vollziehen.

Es liegt im Rahmen der Erfindung, zur Herstellung eines zur Fertigung von tiefgezogenen und abgestreckten Dosenkörpern geeigneten Bandes das Kaltwalzen auf Enddicke derart durchzuführen, daß

- 25 a) das warmgewalzte Band in einer ersten Stichserie auf eine Zwischendicke kaltgewalzt wird,
- b) das auf Zwischendicke kaltgewalzte Band bei einer Temperatur zwischen 350 und 550° C während 3 bis 90 Sekunden, vorzugsweise 3 bis 30 Sekunden kurzfristig zwischengeglüht wird, und
- c) das kurzzeitig geglühte Band auf Enddicke mit einer Dickenreduktion von 40 bis 60% kaltgewalzt wird.

30 Im Gegensatz zur DE-OS 18 17 243 befaßt sich die Erfindung mit Bändern, welche sich zur Fertigung von tiefgezogenen und abgestreckten Dosenkörpern sowie Deckeln eignen. Die Forderung nach Abstreckbarkeit sowie gleichzeitiger Eignung als Dosenendeckel kann von denen in der DE-OS 18 17 243 geschilderten Eigenschaften gar nicht erfüllt werden; insbesondere kann ein nach der Vorerfindung weichgeglühtes Band den Festigkeitsanforderungen vom Deckelmaterial in keiner Weise gerecht werden.

35 Die Schmelze des erfindungsgemäßen Verfahrens kann aus mindestens 40% Aluminium-Schrottmetall zusammengesetzt sein.

Das erfindungsgemäße Verfahren und seine insbesondere bei der Wiederverwendung von Aluminium-Schrottmetall erzielbaren Vorteile werden im nachfolgenden näher erläutert und anhand graphischer Darstellungen veranschaulicht. Es zeigt

40 Fig. 1 ein Flußdiagramm zur Veranschaulichung des erfindungsgemäßen Verfahrens als Teil eines Recyclingsystems

Fig. 2 eine graphische Darstellung der Kaltverfestigung der beim erfindungsgemäßen Verfahren zu verwendenden Legierung und zweier Vergleichslegierungen in Abhängigkeit der Kaltverformung

45 Fig. 3 eine graphische Darstellung der Veränderungen der mechanischen Eigenschaften der beim erfindungsgemäßen Verfahren zu verwendenden Legierung und einer Vergleichslegierung bei thermischer Behandlung.

Die Verfahren des Schmelzens verschiedener Schrotttypen, des Angleichens der Schmelze an eine gewünschte Zusammensetzung, des Gießens der Schmelze, der Herstellung von Bandmaterial und der Fertigung von Behältern bilden gemäß Fig. 1 ein geschlossenes Kreislaufsystem, in welchem der durch den Fabrikationsprozeß erzeugte Schrott recycelt und wiederum als Rohmaterial für den Prozeß bereitgestellt wird. Der in der vorliegenden Erfindung verwendete Schrott enthält Schrott aus der Fabrikation von Bandmaterial (Bandschrott), Schrott aus der Fertigung von Dosen (Dosenschrott) und Verbraucherschrott.

Unter Verbraucherschrott werden Produkte aus Aluminiumlegierungen, insbesondere Dosen, verstanden, welche bedruckt, beschichtet oder anderswie kontaminiert und anschließend verkauft und gebraucht wurden.

55 Die vorliegende Erfindung ist insbesondere für die Verwendung von Aluminiumdosen-Schrott angepaßt worden. Bevorzugt werden Dosen in sauberer Form wiedergewonnen, frei von Schmutz, Kunststoffteilen, Gläsern und anderen Verunreinigungen. Die Dosenkörper herkömmlicher Dosen sind untrennbar mit den Deckeln verbunden. Während der Wiedergewinnung von Schrottdosen werden deshalb die ganzen Dosen zerquetscht, flachgedrückt, zusammengeballt oder sonstwie in eine kompakte Form gebracht. Die Dosen werden dann in herkömmlichen Mahlwerken, Hammermøhlen, gegenläufigen Messern usw. zu vorzugsweise locker anfallenden 60 Stücken von etwa 2,5 bis 4 cm Durchmesser zerkleinert. Der zerkleinerte Aluminium-Schrott wird mittels magnetischer Trennverfahren von Eisen- und Stahlteilen und mittels Fliehkraftabscheidern von Papier und anderen leichtgewichtigen Stoffen befreit. Der gereinigte Schrott wird sodann in einen Lackverbrennungssofen eingeführt. Ein geeigneter Lackverbrennungssofen ist ein Brennofen, in welchem der Schrott in Anwesenheit von heißer Luft durch einen rotierenden Tunnel transportiert wird. Eine andere Möglichkeit bietet ein Lackverbrennungssofen, bei welchem der zerkleinerte Schrott in einem Korb von 15 bis 25 cm Tiefe aus nichtrostendem Stahl eingebettet ist. Zur Verbrennung organischer Stoffe wie Kunststoffbeschichtungen von Lebensmittelbehältern und Getränkedosen sowie gemalter oder aufgedruckter Pigmente wie Titan(IV)oxid enthaltender Etiketten wird heiße Luft durch den Korb geblasen.

Die Ofentemperatur wird vorzugsweise so gewählt, daß die Temperatur des Schrotts die Pyrolysetemperatur der organischen Beschichtungsmaterialien erreicht. Die Temperatur muß genügend hoch sein, üblicherweise etwa 480 bis 540° C, damit alle organischen Beschichtungsmaterialien pyrolysieren, der Metallschrott aber nicht oxidiert wird.

Der in der vorliegenden Erfindung verwendete Schrott umfaßt Aluminiumlegierungsmaterial wie Bandschrott, Dosenschrott und Verbraucherschrott, welcher wie oben beschrieben aufgearbeitet wurde. Ein großer Teil des Verbraucherschrotts besteht aus Aluminiumdosen, welche üblicherweise 25 Gew.-% Dosendeckel aus der Legierung AA 5182 und 75 Gew.-% Dosenkörper aus der Legierung AA 3004 enthalten. Die Zusammensetzungen dieser Legierungen sowie die beim Wiedereinschmelzen dieser Legierungen erhaltene Zusammensetzung sind weiter unten in Tabelle II beschrieben.

Bandschrott enthält Abfälle vom Gußband sowie von den in einem Walzwerk durchgeführten Zuschneideoperationen wie etwa dem Besäumen des gewalzten Bandes. Die anfängliche Schmelzezusammensetzung, die von einem typischen Bandschrott erhalten wird, besteht aus etwa 88% der Legierung AA 3004 und 12% der Legierung AA 5042.

Der in der vorliegenden Erfindung verwendete Schrott kann auch Schrott enthalten, der bei der Fertigung von Behältern und Behälterteilen – wie etwa Dosendeckel und Dosenkörper – anfällt. Dosenschrott wird beispielsweise bei Ausschuß infolge Zipfelbildung erzeugt. Der in der vorliegenden Erfindung verwendete Schrott kann auch andere Elemente mit Mischkristallhärte-Effekt enthaltende Aluminiummaterialien enthalten und selbstverständlich auch Band-, Dosen- und Verbraucherschrott aus der beim erfindungsgemäßen Verfahren verwendeten Legierung.

Der zu recycelnde Schrott wird in einem Ofen, wie er beispielsweise aus der US-PS 9 69 253 bekannt ist, zu einer Schmelze geformt. Die anfängliche Schmelze ändert natürlich ihre Zusammensetzung entsprechend den Zusammensetzungen und den Mengen der verschiedenen, in den Ofen eingefüllten Schrotttypen. Beim erfindungsgemäßen Verfahren wird die Schmelze derart angeglichen, daß die Zusammensetzung innerhalb der folgenden Werte liegt:

| | | |
|-----------|---------------|-----------------------------|
| Magnesium | 1,3 bis 2,5% | vorzugsweise 1,6 bis 2,0 % |
| Mangan | 0,4 bis 1,0% | vorzugsweise 0,6 bis 0,8 % |
| Eisen | 0,1 bis 0,9% | vorzugsweise 0,3 bis 0,7 % |
| Silizium | 0,1 bis 1,0% | vorzugsweise 0,15 bis 0,40% |
| Kupfer | 0,05 bis 0,4% | vorzugsweise 0,3 bis 0,4 % |
| Titan | 0 bis 0,2% | vorzugsweise 0 bis 0,15% |

Die oben aufgeführten Werte stellen die breiten Bereiche sowie die Vorzugsbereiche der Zusammensetzung der beim erfindungsgemäßen Verfahren zu verwendenden Legierung dar. Die Zusammensetzung der vorliegenden Legierung kann innerhalb der angegebenen Bereiche variieren, doch sind die Bereiche selbst kritisch, insbesondere jene der Hauptlegierungselemente Magnesium und Mangan. Magnesium und Mangan bewirken zusammen durch ihr Vorliegen in fester Lösung einen Mischkristallhärte-Effekt in der vorliegenden Legierung. Es ist deshalb wesentlich, daß sich die Konzentrationen dieser Elemente innerhalb der angegebenen Bereiche bewegt, daß das Verhältnis von Magnesium zu Mangan einen Wert zwischen 1,4:1 und 4,4:1 aufweist und der Gesamtgehalt an Magnesium und Mangan zwischen 2,0 und 3,3% liegt. Weitere Spurenelemente, welche als Verunreinigungen im Recyclingverfahren zu erwarten sind, sind in der vorliegenden Legierungszusammensetzung bis zu einer gewissen Grenze zulässig, so Chrom bis zu 0,1%, Zink bis zu 0,25% und andere einzeln bis zu 0,05%, zusammen bis zu 0,2%.

Kupfer und Eisen sind in der vorliegenden Zusammensetzung infolge ihrer unvermeidlichen Anwesenheit im Verbraucherschrott vorhanden. Die Anwesenheit von Kupfer in einem Gehalt zwischen 0,05 und 0,4% bringt eine Verbesserung im Hinblick auf niedrige Zipfelbildung und bewirkt zusätzlich eine Festigkeitserhöhung in der vorliegenden Legierung.

Um die angegebenen Bereiche bzw. die Vorzugsbereiche der Zusammensetzung der vorliegenden Legierung zu erreichen, kann es notwendig werden, die Schmelze anzugleichen. Dies kann durch eine Zugabe von Magnesium oder Mangan geschehen, oder – zur Verdünnung überschüssiger Legierungselemente – durch Zusetzen von unlegiertem Aluminium zur Schmelze.

Die insgesamt benötigte Energie zur Herstellung von unlegiertem Primäraluminium aus seinem Erz liegt etwa zwanzigmal höher als die Energiemenge, welche zum Einschmelzen von Aluminium-Schrott erforderlich ist. Es können demzufolge beträchtliche Mengen an Energie und Kosten eingespart werden, wenn die zur Herstellung einer gewünschten Legierung benötigte Menge an Primäraluminium möglichst niedrig gehalten wird. Ist ein Überschuß an Magnesium vorhanden, so kann der Magnesiumgehalt in der Schmelze auch durch Spülen der geschmolzenen Legierung mit Chlor reduziert werden, wobei das sich bildende unlösliche Magnesiumchlorid mit der Schlacke entfernt wird. Wegen des Magnesiumverlustes aus der Schmelze und wegen der Gefährdung der Umwelt beim Arbeiten mit Chlor ist dieses Verfahren allerdings nicht unbedingt erwünscht.

Das Angleichen der Schmelze kann auch durch Zusetzen von niedriger legiertem Aluminium erfolgen, in welchem die Legierungselemente zur Verdünnung überschüssiger Elemente im entsprechenden Verhältnis vorhanden sind.

Tabelle II zeigt die Zusammensetzungen der Legierungen AA 3004 und 5182 sowie die stöchiometrische Schmelzezusammensetzung, welche aus dem Einschmelzen von typischem Verbraucherschrott aus Dosen der genannten Legierungen resultiert:

Tabelle II

| Legierung | (typische Zusammensetzung) | | | Primärfaktor (%) | | vorliegende Legierung |
|-----------|----------------------------|------|----------|------------------|------|-----------------------|
| | 3004 | 5182 | Schmelze | 3004 | 5182 | |
| Magnesium | 0,9 | 4,5 | 1,5 | 40 | - | - |
| Mangan | 1,0 | 0,25 | 0,8 | - | 70 | 18 |
| Eisen | 0,45 | 0,25 | 0,4 | - | 39 | 3 |
| Silizium | 0,2 | 0,12 | 0,2 | - | 33 | - |
| Titan | 0,04 | 0,05 | 0,04 | - | - | - |
| Kupfer | 0,18 | 0,08 | 0,1 | - | 27 | - |

In der Zahl von 1,5% Magnesium in der mit »Schmelze« überschriebenen Kolonne ist ein Magnesiumverlust von 0,3% infolge der Magnesiumoxidation während des Einschmelzens mitberücksichtigt. Die in der Tabelle mit »Primärfaktor« überschriebenen Zahlenwerte stellen diejenige Menge an primärem oder reinem Aluminium dar, welche zugegeben werden muß, um jedes Element auf die nominelle Zusammensetzung von AA 3004, 5182 oder der vorliegenden Legierung zu senken. Die nominelle Zusammensetzung der vorliegenden Legierung, wie sie in der Beschreibung und in den Beispielen verwendet wird, ist die folgende:

| | |
|-----------|-------|
| Magnesium | 1,8 % |
| Mangan | 0,7 % |
| Eisen | 0,45% |
| Silizium | 0,25% |
| Kupfer | 0,2 % |
| Titan | 0,05% |

Da die für die Elemente in den Legierungen AA 3004 und 5182 angegebenen Gehalte außer für Mangan und Magnesium Maximalwerte darstellen, ist für jede Legierung der größte angegebene Primärfaktor bestimmend.

So zeigt Tabelle II, daß eine Menge an reinem Aluminium entsprechend 40% des Schmelzegewichtes zugegeben werden muß, wenn der Gehalt an Magnesium in der Schmelze auf die typischen 0,9% von AA 3004 gesenkt werden soll. In ähnlicher Weise muß eine Menge an reinem Aluminium entsprechend 70% des Schmelzegewichtes zugesetzt werden, wenn der Gehalt an Mangan in der Schmelze auf die typischen 0,25% von AA 5182 gesenkt werden soll. Andererseits sind nur 18% reines Aluminium notwendig, um den Mangangehalt in der Schmelze auf den Nominalwert der Legierung des erfindungsgemäßen Verfahrens zu senken.

Tabelle III zeigt dieselben Verhältnisse in bezug auf Bandschrott mit einem Anteil von 88% AA 3004 und 12% AA 5042.

Tabelle III

| Legierung | (typische Zusammensetzung) | | | Primärfaktor (%) | | vorliegende Legierung |
|-----------|----------------------------|------|----------|------------------|------|-----------------------|
| | 3004 | 5042 | Schmelze | 3004 | 5042 | |
| Magnesium | 0,9 | 3,5 | 1,21 | 26 | - | - |
| Mangan | 1,0 | 0,25 | 0,91 | - | 73 | 23 |
| Eisen | 0,45 | 0,25 | 0,43 | - | 42 | 5 |
| Silizium | 0,2 | 0,12 | 0,19 | - | 37 | - |
| Titan | 0,04 | 0,05 | 0,04 | - | - | - |
| Kupfer | 0,18 | 0,08 | 0,17 | - | 53 | - |

Nach Tabelle III wären demnach 26% Primäraluminium notwendig, um den Magnesiumgehalt der Schmelze auf den für AA 3004 typischen Wert von 0,9% zu senken. Ebenso wären 73% Primäraluminium notwendig, um den Mangangehalt der Schmelze auf den Wert von 0,25% der AA 5042-Zusammensetzung zu bringen. Andererseits wären nur 23% Primäraluminium notwendig, um den Mangangehalt der Schmelze auf den nominellen Gehalt der vorliegenden Legierung zu senken.

Aus den Tabellen II und III geht hervor, daß bei der Zusammensetzung der vorliegenden Legierung zum Aufbereiten der Schmelze weniger als 25% unlegiertes Aluminium benötigt würden. Es ist also eine kleinere Menge an Primäraluminium als zum Aufbereiten irgendeiner anderen bekannten Behälterlegierungen erforderlich.

Die Tabellen zeigen auch, daß die Art des Schrotts in der Schmelze einen Einfluß auf die zum Erreichen einer gewünschten Schmelzezusammensetzung benötigten Menge an Primärmetall hat. Die vorliegende Legierungszusammensetzung kann – abhängig von der Art des dem Schmelzesystem zugeführten Schrotts – auch durch Verwendung von 100% Schrott erreicht werden. Eine typische Dosenfabrikationsanlage benötigt beispielsweise 83% Dosenband (AA 3004) und 17% Deckelband (AA 5042). Von den bei der Dosenherstellung als Abfall anfallenden und wieder einzuschmelzenden 27,6% Schrott entfallen 24,9% auf Dosen- und 2,7% auf Deckelschrott. Der Schmelze kann Schrott aus der Dosenfabrikationsanlage und Verbraucherschrott in der Form zurückgegebener, gebrauchter Dosen zugesetzt werden. Unter der Annahme eines Schmelzverlustes von 5% bezogen auf den Dosenfabrikationsschrott und von 8% bezogen auf die vom Verbraucher zurückgegebenen Dosen erfordert eine Zurückführung sämtlicher auf einer derartigen Anlage hergestellten Dosen eine Zugabe von nur 7,2% Primäraluminium zur Schmelze, damit die vorliegende Legierungszusammensetzung erreicht wird. Diese Menge kann durch die Verwendung anderer Schrottlegerungen in der Schmelze, einschließlich der Verwendung von Schrott aus der vorliegenden Legierung, weiter gesenkt werden.

Bei der Verwendung bekannter Legierungszusammensetzungen war es bis anhin nicht möglich, die erforderliche Menge an Primäraluminium, welche zum Erreichen einer brauchbaren Schmelzezusammensetzung aus Verbraucherschrott notwendig ist, auf weniger als 40% des Schrottgewichtes im Schmelzeofen zu senken. Die vorliegende Erfindung gestattet die Bildung der vorliegenden Legierungszusammensetzung aus mindestens 40% Schrott über einen weiteren Bereich von Anteilen von Bandschrott, Dosenschrott und Verbraucherschrott.

Die vorliegende Legierung hat zahlreiche Vorteile, die darin begründet sind, daß die Legierungszusammensetzung von der Schmelze ausgehend, erreicht wird. Ein erster Vorteil ist, wie schon erwähnt, die Tatsache, daß die vorliegende Legierung leicht aus dem Recycling von gegenwärtig vorhandenem Aluminiumschrott erhalten werden kann. Ein weiterer Vorteil ist darin zu sehen, daß die vorliegende Legierung einen weiten Toleranzbereich für Silizium, Eisen, Kupfer und andere Elemente aufweist, welche in konventionellen Legierungen als unerwünschte Verunreinigungen angesehen werden, die aber in Verbraucherschrott unvermeidbar vorhanden sind. So darf beispielsweise eine verhältnismäßig hohe Konzentration an Titan vorhanden sein, was vom Standpunkt des Recyclings besonders wichtig ist, da ein großer Teil von Verbraucherschrott Titanoxid enthält, welches während des Schmelzens reduziert wird und sich in der geschmolzenen Legierung löst. Ein weiterer Toleranzbereich für Titan ist ebenfalls wichtig, weil der Titangehalt in der Schmelze steigt, wenn Schrott in aufeinanderfolgenden Zyklen erschmolzen wird. Die zu erwartende Konzentration im Bereich zwischen 0,15 und 0,20% darf auch in der vorliegenden Legierung vorhanden sein.

Als weiteres Beispiel kann die Legierung einen verhältnismäßig hohen Anteil an Silizium aus im Schrott enthaltenem Sand oder Schmutz aufweisen. Die vorliegende Legierung gestattet diesen Gehalt und hat darüber hinaus den Vorteil, daß bei Siliziumgehalten über 0,45% und bei den oben aufgeführten Elementbereichen eine Wärmebehandlung möglich ist. Wärmebehandlung bezieht sich auf das Verfahren, bei welchem eine Legierung auf eine Temperatur erwärmt wird, die genügend hoch ist, um die löslichen Legierungselemente oder -komponenten (Mg_2Si) in feste Lösung zu bringen, typischerweise 510 bis 610° C. Die Legierung wird sodann abgeschreckt, um diese Elemente in übersättigter, fester Lösung zu erhalten. Anschließend wird die Legierung entweder bei Raumtemperatur oder bei erhöhter Temperatur ausgelagert, wobei während dieser Zeit Ausscheidungen gebildet werden, welche eine Aushärtung der Legierung bewirken. Die Aushärtung kann bei Temperaturen erfolgen, wie sie beim Einbrennen von Polymerbeschichtungen von Aluminiumbehältern üblich und weiter unten beschrieben sind. Dies gestattet die Anwendung von Herstellungsverfahren, welche Bleche von geringerer Festigkeit hervorbringen als sie sonst für Bleche im walzharten Zustand erforderlich wären.

Nachdem die Legierung im Schmelzeofen auf die gewünschte Zusammensetzung eingestellt ist, wird die Schmelze behandelt, um gelösten Wasserstoff und nichtmetallische Einschlüsse, welche das Gießen der Legierung sowie die Qualität des gefertigten Bleches beeinträchtigen würden, zu entfernen. Hierzu wird ein Gasgemisch aus Chlor und einem Inertgas wie Stickstoff oder Argon durch mindestens ein Einleitrohr aus Kohlenstoff geleitet, welches sich am Boden des Ofens befindet und eine Gasspülung der Schmelze gestattet. Das Gasgemisch wird in einem Blasenstrom während ungefähr 20 bis 40 min durch die geschmolzene Legierung geleitet, wobei die sich bildende Schlacke an die Oberfläche der Schmelze schwimmt und von dort mittels irgendeiner geeigneten Methode abgeschöpft wird. Der niedrige Magnesiumgehalt der beim erfindungsgemäßen Verfahren zu verwendenden Legierung führt zu weniger Schlacke und einem geringeren Magnesiumabbrand als die Legierungen AA 5082, 5182 und andere konventionelle Deckellegerungen. Die abgeschöpfte Legierung wird sodann mittels eines Filterbettes aus feuerfestem Material, wie etwa Aluminiumoxid, von nichtmetallischen Einschlüssen befreit. Zum weiteren Entgasen der Legierung wird nochmals eine Gas Mischung, wie sie oben beschrieben wurde, im Gegenstrom durch die Schmelze geleitet.

Die geschmolzene Legierung der vorliegenden Zusammensetzung kann sodann mittels bekannter Stranggießverfahren zu Barren vergossen werden. Beim Gießen in die Kokille beträgt die Temperatur des schmelzflüssigen Metalls für die vorliegende Legierung 700 bis 750° C.

Die beim erfindungsgemäßen Verfahren zu verwendende Legierung kann in einer vorgegebenen Kokille für Walzbarren mit einer Geschwindigkeit von mehr als 110 kg/min vergossen werden, während vergleichsweise die Legierung AA 3004 mit einer maximalen Geschwindigkeit von 110 kg/min vergossen werden kann. Die vorliegende Legierung kann schneller vergossen werden wegen ihrer kleineren Korngröße, den kleineren Dendritenarmabständen und den kleineren Primärausscheidungen von $(FeMn)Al_3$. Diese Eigenschaften verursachen auch weniger Risse während des Gießens, was zu einer Verringerung des von den Stranggußbarren anfallenden Schrotts führt.

Die gegossenen Barren werden dann zur Entfernung der Unregelmäßigkeiten in der Zusammensetzung der Walzoberflächen überfräst. Es hat sich gezeigt, daß Barren aus der vorliegenden Erfindung im Vergleich zu Barren aus der Legierung AA 3004 weniger stark überfräst werden müssen, was einem kleineren Schrottanfall

entspricht. Barren aus der beim erfindungsgemäßen Verfahren zu verwendenden Legierung müssen auf jeder Seite etwa 12 mm abgefräst werden, was etwa 25% weniger als bei Barren aus der Legierung AA 3004 bedeutet.

Die überfrästen Walzbarren werden bei einer Temperatur von 550 bis 600° C, vorzugsweise bei 570° während 4 bis 6 h hochgeglüht. Diese Glühzeit bezieht sich auf die Haltezeit bei einer vorgegebenen Temperatur, exklusive Aufheiz- und Abkühlzeit. Im Vergleich hierzu benötigt ein Barren aus der Legierung AA 3004 eine Hochglühung von 4 bis 6 h bei 565 bis 610° C. Die tiefere Hochglühtemperatur bei der vorliegenden Legierung ist möglich wegen des kleineren Mangan- und größeren Magnesiumgehaltes im Vergleich zur Legierung AA 3004.

Die Hochglühtemperatur wird derart gewählt, daß sie unterhalb der Ungleichgewicht-Solidustemperatur der Legierung liegt, d. h. unterhalb der tiefsten Temperatur, bei der irgendwelche anwesenden Phasen oder Komponenten zu schmelzen beginnen. Die atomare Beweglichkeit bei der Hochglühtemperatur gleicht die beim Gleit auftretenden Seligerungen aus und vermindert die Korngrenzenkonzentration der Legierungselemente. Überdies treten in Legierungen, welche die Elemente Mangan, Eisen und Silizium enthalten, gewisse Festkörperreaktionen auf, bei welchen ein Teil der Phase (FeMn)Al₃ in die α -Phase Al(FeSiMn) übergeht. Die vorliegende Legierung weist eine stärkere α -Transformation bei gegebener Temperatur auf als die Legierung AA 3004, was einen geringeren Werkzeugverschleiß während des Tiefzieh- und Abstreckvorgangs bei der Dosenherstellung zur Folge hat. Die vorliegende Legierung wird derart verarbeitet, daß eine α -Umwandlung von mindestens 25% erzielt wird, üblicherweise 30 bis 50% oder mehr. α -Umwandlung kann auftreten während der Hochglühung, während dem nachstehend beschriebenen, bei hohen Temperaturen und mit starken Stichabnahmen erfolgenden Warmwalzen, oder während einer Glühung bei erhöhter Temperatur.

Nach dem Hochglühen wird der Barren auf eine Warmwalzstarttemperatur von 450 bis 510° C abgekühlt und einem ersten Warmwalzstich unterworfen. Der Barren erfordert nicht unbedingt ein langsames Abkühlen, kann aber an ruhiger Luft bei Raumtemperatur abgekühlt werden. Die Starttemperatur zum Warmwalzen, welche nicht kritisch ist, ist wesentlich tiefer als diejenige, welche bei der Legierung AA 5182 angewendet wird (480 bis 525° C). Während den ersten Warmwalzstichen wird der Walzbarren einer beispielsweise Dicke nach Überfräsen von 47,6 cm zu einer Platte von typischerweise etwa 19 mm gewalzt, d. h. mit einer Dickenreduktion von etwa 96%. Diese ersten Warmwalzstiche sollten mit einer Dickenabnahme von etwa 40 bis 96% erfolgen, dienen dazu, die Legierung in ein geeignetes Format zum weiteren Warmwalzen zu bringen. Diese ersten Warmwalzstiche erfolgen üblicherweise auf einem Reversierwalzwerk.

Nach diesen ersten Warmwalzstichen wird die Warmwalzplatte unverzüglich auf einem mehrgerüsteten Warmwalzwerk mit einer Dickenreduktion von 70 bis 96%, vorzugsweise etwa 85%, warm von 19 mm auf 3,0 mm abgewalzt. Während des Warmwalzens werden Schmiermittel zur Verhinderung des Anklebens der Warmwalzplatte an den Arbeitswalzen und zur Kühlung der Walzen verwendet. Das warmgewalzte Band, welches nun auf Kaltwalzdicke ist, wird später durch geeignetes Kaltwalzen auf Endstärke gewalzt. Die vorliegende Legierung ist erheblich weicher als die Legierung AA 5182, erfordert weniger Energieaufwand bei Warm- und der Kaltverformung und ist weniger anfällig auf Kantenrisse. Das warmgewalzte Band wird einer Endtemperatur von vorzugsweise 300° C aufgehäpelt. Die Endtemperatur kann aber auch tiefer liegen, nach der Leistungsfähigkeit des verwendeten Warmwalzwerks.

Das aufgehäpelte Band wird sodann vor dem nachfolgenden Kaltwalzen gegläht. Diese Glühung wird vorzugsweise bei 315 bis 400° C, vorzugsweise bei etwa 345° C, während 2 bis 4 h durchgeführt. Bei Warmwalzen, welche eine genügend hohe Endtemperatur zur Vermeidung einer Kaltverfestigung ermöglichen (etwa 315° C), kann die Glühung des aufgehäpelten Bandes entfallen. Die Glühung ist definiert als Warmbehandlung oberhalb der Rekristallisationstemperatur der Legierung und dient dem Abbau bevorzugter Kornorientierungen, welche von der Warmumformung unterhalb der Rekristallisationstemperatur herrühren.

Die Glühung kann auch als kurzzeitige Zwischenglühung des Bandes in einem Banddurchlaufofen zwischen den Kaltwalzstichen durchgeführt werden. Hierzu wird das Band während 3 bis 90 s, vorzugsweise 3 bis 30 s, einer Temperatur zwischen 350 und 500° C gegläht. Diese kurzzeitige Zwischenglühung führt zu einem verbesserten Züpfelbildungsverhalten und zu besseren Dehnungswerten bei dem zur Fertigung von Dosenkörpern verwendeten Band.

Nach dem Warmwalzen und den erforderlichen Glühungen wird das Band durch Kaltwalzen auf Endstärke kaltverfestigt.

Unter Kaltverfestigung wird die Festigkeitserhöhung einer Legierung in Abhängigkeit vom Betrag der Kaltumformung verstanden, welche auf das Metall ausgeübt wird. Im Vergleich zu konventionellem Dosenmaterial zeigt die vorliegende Legierung eine niedrigere Kaltverfestigungsrate, wie aus Fig. 2 hervor geht. Dies bedeutet, daß zum Erreichen der Enddicke weniger Stiche notwendig sind bzw. die gleiche Anzahl Stichen bei höherer Geschwindigkeit oder größerer Bandbreite erfolgen können. Ebenso führt die vorliegende Legierung im Vergleich zu konventionellen Decklegierungen zu weniger Unebenheiten und zu weniger Kantenrissen. Überdies ist die Kaltverfestigungsrate der vorliegenden Legierung durchaus vergleichbar mit derjenigen der konventionellen Dosenkörperlegierung AA 3004, was zeigt, daß eine genügende Festigkeit des Dosenbandes ohne übermäßige Kaltverformung erreicht werden kann.

Das folgende Stichprogramm für das Kaltwalzen hat sich bei der Herstellung von Dosenband für Tiefgezugs- und abgestreckte Dosenkörper als vorteilhaft erwiesen:

Das aufgehäpelte Band wird nach erfolgter Glühung und anschließender Abkühlung auf weniger als 200° C üblicherweise auf Raumtemperatur, von 3,0 mm auf 0,34 mm - d. h. um 89% - kaltgewalzt, vorzugsweise in einem Durchlauf durch mindestens ein mehrgerüstiges Tandem-Walzwerk. Eine andere Möglichkeit besteht darin, das Band in mehreren Stichen mit der Stichfolge 3,0 mm → 1,30 mm → 0,66 mm → 0,34 mm auf einem eingeüstigten Walzwerk kalt abzuwalzen. Eine Glühung zwischen Kaltwalzstichen wird als Zwischenglühung bezeichnet und wird, falls erforderlich, wie oben beschrieben ausgeführt. Eine Zwischenglühung kann sich

notwendig erweisen, wenn zwischen zwei Stichen Risse auftreten oder auch um die Kaltwalzeigenschaften des fertiggewalzten Bandes zu verändern. Wird ein eingerüstiges Walzwerk verwendet, so wird die Zwischenglühung vorzugsweise vor der letzten Stichabnahme durchgeführt. Bei Durchführung einer Zwischenglühung beträgt die letzte Stichabnahme vorzugsweise 40 bis 60%. Eine derartige Zwischenglühung vor dem letzten Kaltwalzstich wirkt sich vorteilhaft auf die Abnahme der Zipfelbildung während dem Tiefziehen und Abstrecken aus. Um die erforderliche Kaltverformung entsprechend der in Fig. 2 dargestellten Kaltverfestigungsrate zu erreichen, kann auch eine Kombination von ein- und mehrgerüstigen Walzwerken verwendet werden.

Durch Besäumen und Schneiden auf die gewünschte Breite wird das Band fertigbearbeitet. Das derart gefertigte Blech hat eine 0,2%-Streckgrenze von 250 bis 310 MPa, vorzugsweise 270 bis 290 MPa, eine Zugfestigkeit von 260 bis 320 MPa, vorzugsweise 270 bis 300 MPa, und eine Bruchdehnung (ASTM) von 1 bis 8%, vorzugsweise 2 bis 3%.

Das folgende Stichprogramm für das Kaltwalzen hat sich bei der Herstellung von Deckelband mit einer zur Herstellung von Dosendeckeln genügenden Festigkeit und Flexibilität als vorteilhaft erwiesen:

Warmwalzband von 3,0 mm Dicke wird in einem Durchlauf durch ein mehrgerüstiges Tandem-Walzwerk mit einer Reduktion von 91% auf 0,26 mm kaltgewalzt. Die Reduktion sollte zwischen 60 und 95% liegen. Eine andere Möglichkeit besteht darin, das Band in 4 Stichen mit der Stichfolge 3,0 mm → 1,30 mm → 0,66 mm → 0,34 mm → 0,26 mm auf einem eingerüstigen Walzwerk kalt abzuwalzen. Eine Zwischenglühung ist nicht notwendig. Durch Besäumen und Schneiden auf die gewünschte Breite wird das Blech fertigbearbeitet. Das Stichprogramm des Kaltwalzens für Deckelband führt zu folgenden mechanischen Eigenschaften im gewalzten Zustand: 0,2%-Streckgrenze von 310 bis 370 MPa, vorzugsweise 320 bis 360 MPa; Zugfestigkeit von 320 bis 380 MPa, vorzugsweise 340 bis 350 MPa; und Bruchdehnung (ASTM) von 1 bis 5%, vorzugsweise 1 bis 3%.

Die oben beschriebenen Verfahrensschritte für Dosen- und Deckelband sind für die Herstellung von entsprechend kaltverfestigtem Blech ausgelegt, und zwar auf der Überlegung basierend, daß Dosenband eine minimale 0,2%-Streckgrenze von 240 MPa und Deckelband im walzcharigen Zustand eine minimale 0,2%-Streckgrenze von 300 MPa aufweisen sollte.

Die beschriebenen Verfahrensschritte können selbstverständlich abgeändert werden, um andere Zustände zu erhalten, wie z. B. weichgeglüht, kaltverfestigt und teilweise geblüht, kaltverfestigt und stabilisiert, lösungsgeglüht, ausgelagert und enfestigt. Wird die vorliegende Legierung in derartigen Zuständen hergestellt, so kann sie auch zur Herstellung von Verschlüssen und Behältern wie Sardinenbüchsen, Fleischkonservendosen, Behälter für Fertigerichte, Ölbüchsen, Filmdosen sowie anderen Behältern und Verschlüssen sowohl für eßbare wie auch für nicht-eßbare Füllgüter verwendet werden. Diese Behälter können natürlich auch durch andere als die weiter unten beschriebenen Verfahren hergestellt werden, wie etwa durch Tiefziehen in einem oder mehreren Schritten oder durch Hohlprägen.

Das nach den oben beschriebenen Verfahren hergestellte Dosenband wird zu intelligenten, tiefgezogenen Dosenkörpern geformt. Dazu werden aus dem Blech Ronden geschnitten, welche über einen Stempel durch eine Matrize gezogen und so zu Näpfchen geformt werden. Der Rand eines derart geformten Näpfchens liegt vorzugsweise in einer kreisförmigen Ebene. Der Betrag, um welchen der Rand von dieser Ebene abweicht, wird als Zipfelbildung bezeichnet. Die vorliegende Legierung führt bei einem ersten Tiefzug von 32 bis 40% zu einer bis zu 50% geringeren Zipfelbildung in 45° zur Walzrichtung als AA 3004-Dosenband. Mit der vorliegenden Legierung können mit Leichtigkeit Werte für die Zipfelbildung von 2% und weniger erreicht werden. Die prozentuale Angabe für das Tiefziehen wird derart berechnet, daß man vom Durchmesser der Ronde den Durchmesser des Napfes subtrahiert und durch den Durchmesser der Ronde dividiert. Die tiefgezogenen Näpfe werden dann weitergezogen und abgestreckt in einem Tiefzieh- und Abstreckverfahren, wo der Napf durch eine Reihe von Ziehringen mit kreisrunden Bohrungen abnehmender Radien gedrückt wird. Die Ziehringe haben einen Abstreckeffekt zur Folge, durch welchen die Seitenwand der Dose durch Verringerung der Wanddicke verlängert wird. Auf diese Weise können Dosenkörper hergestellt werden, deren Seitenwand dünner ist als der Boden. Wenn das zu verformende Metall zu weich ist, kann es an den Arbeitsflächen der Abstreck-Ziehringe haften bleiben und so den Tiefzieh- und Abstreckvorgang stören, was zu Materialfehlern und zu Unterbrechungen des Fabrikationsprozesses führt. Die vorliegende Legierung zeigt diesen Effekt in kleinerem Maße als konventionelle Dosenbandlegierungen und führt demzufolge auch zu einem geringen Werkzeugverschleiß.

Bei der Herstellung von Dosendeckeln wird das Deckelband ausgeebnet, gereinigt, mit einer Konversionschicht versehen und – sofern erwünscht – grundiert. Anschließend wird das Deckelband in der weiter unten beschriebenen Weise beschichtet. Das beschichtete Deckelband wird sodann einer Presse zugeführt, wo die Deckel als tiefgezogene und mit einem Flansch versehene Schalen vorgeformt werden. Die Schale wird dann zur Bildung eines leicht zu öffnenden Deckels einer Konversionspresse zugeführt, wo der Deckel geritzt und eine Integralniete geformt wird. Ein Aufreißring kann in einer entsprechenden Presse in einem getrennten Arbeitsgang hergestellt und zur Vernietung mit dem Deckel der Konversionspresse zugeführt werden. Der Aufreißring kann aber auch in der Konversionspresse aus einem separaten Band hergestellt und die Aufreißringe und die Deckel in derselben Konversionspresse geformt und verbunden werden. Aufreißringe werden häufig aus einer anderen Legierung hergestellt als die Dosendeckel. Das Umformvermögen der vorliegenden Legierung gestattet jedoch auch die Herstellung von Aufreißringen. Eine weitere Beschreibung der Herstellung von Dosen, Deckeln und Aufreißringen findet man in der US-PS 37 87 248 sowie in der US-PS 38 88 199.

Üblicherweise werden sowohl das Deckelband wie auch die tiefgezogenen und abgestreckten Dosenkörper mit einer Polymerschicht überzogen, um einen direkten Kontakt zwischen dem Behälter und dem Füllgut zu vermeiden. Ein typischer Überzug besteht aus einem Epoxy- bzw. Vinylpolymer, welches als Pulveremulsion oder mittels eines Lösungsmittels aufgebracht und anschließend zu einer widerstandsfähigen Schutzschicht eingebrannt wird. Der Überzug wird bei erhöhter Temperatur – üblicherweise während etwa 5 bis 20 s bei 175 bis 220° C – eingebrannt.

Bei dieser Wärmebehandlung tritt bei den meisten Aluminiumlegierungen eine Erweichung ein. In Fig. 3 sind die mechanischen Werte der vorliegenden Legierung und der Legierung AA 5082 mit einem Kaltverformungsgrad von 85% nach einer Erweichungszeit von 4 min dargestellt. Die Kurven sind für alle geprüften Erweichungszeiten ähnlich. Die Zugfestigkeit der vorliegenden Legierung fällt bei einer Temperatur von 190° C von 340 MPa auf 330 MPa, während die Zugfestigkeit von beschichtetem AA 5082-Deckelband von 400 MPa auf 370 MPa fällt. Für die 0,2%-Streckgrenzen bedeutet die Wärmebehandlung bei der vorliegenden Legierung einen Abfall zwischen 29 und 33 MPa, bei der Legierung AA 5082 zwischen 30 und 35 MPa. In einem anderen Test wurde für die Legierung 5182 und für die vorliegende Legierung der Festigkeitsabfall nach einer Wärmebehandlung von 8 min bei 190° C bestimmt. Die 0,2%-Streckgrenze zeigte einen Abfall von 340 auf 305 MPa für die vorliegende Legierung und einen Abfall von 360 auf 290 MPa für die Legierung AA 5182.

Diese Zahlenwerte zeigen, daß die für Aluminiumbehälter üblichen Einbrenntemperaturen und Einbrennzeiten konventionelles Deckelband in einem größeren Ausmaß schwächen als Deckelband aus der vorliegenden Legierung. Demzufolge kann die vorliegende Legierung auf eine kleinere Festigkeit gewalzt werden als andere Legierungen und trotzdem im Endprodukt genügend Festigkeit aufweisen. Die Dehnungskurven weisen darauf hin, daß die Dehnung der vorliegenden Legierung im Vergleich zur Legierung AA 5082 bei gegebenem Einbrennprozeß stärker zunimmt und somit die vorliegende Legierung gegenüber anderen Legierungen bei gegebenem Einbrennprozeß auch eine stärkere Zunahme der Umformbarkeit aufweist.

Das erfindungsgemäße Verfahren bringt bei der Herstellung des Bandmaterials sowie bei der Fertigung von Dosenteilen aus diesem Bandmaterial unter anderem die folgenden Vorteile:

- (1) kleinerer Energiebedarf bei den Warm- und Kaltwalzoperationen sowie verbessertes Verhalten bei thermischer Behandlung im Vergleich zu konventionellen Deckellegierungen;
- (2) verbessertes Handling in einem Walzwerk als Folge einer Anzahl von Fabrikationsschritten, welche für Dosen- und Deckelband identisch sind;
- (3) verbessertes Handling in bezug auf Legierungsaufbereitung und Gießverfahren als Folge der für Dosen- und Deckelband einheitlichen Legierungszusammensetzung; und
- (4) die nachfolgende Fertigung sämtlicher Teile einer Dose aus Bandmaterial ein und derselben Legierungszusammensetzung.

Hierzu 3 Blatt Zeichnungen

0,2%- Streckgrenze

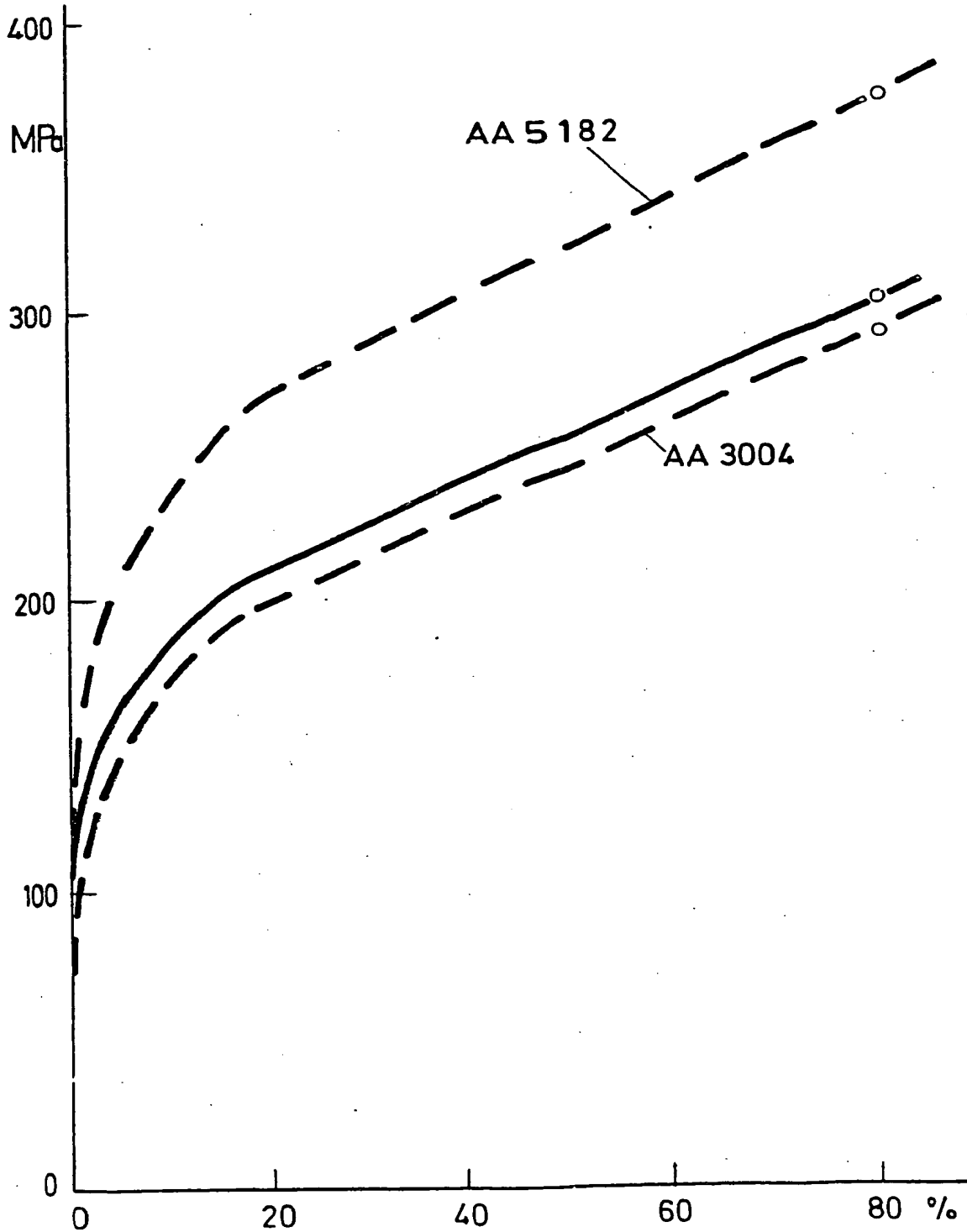


Fig.2

Kaltverformungsgrad

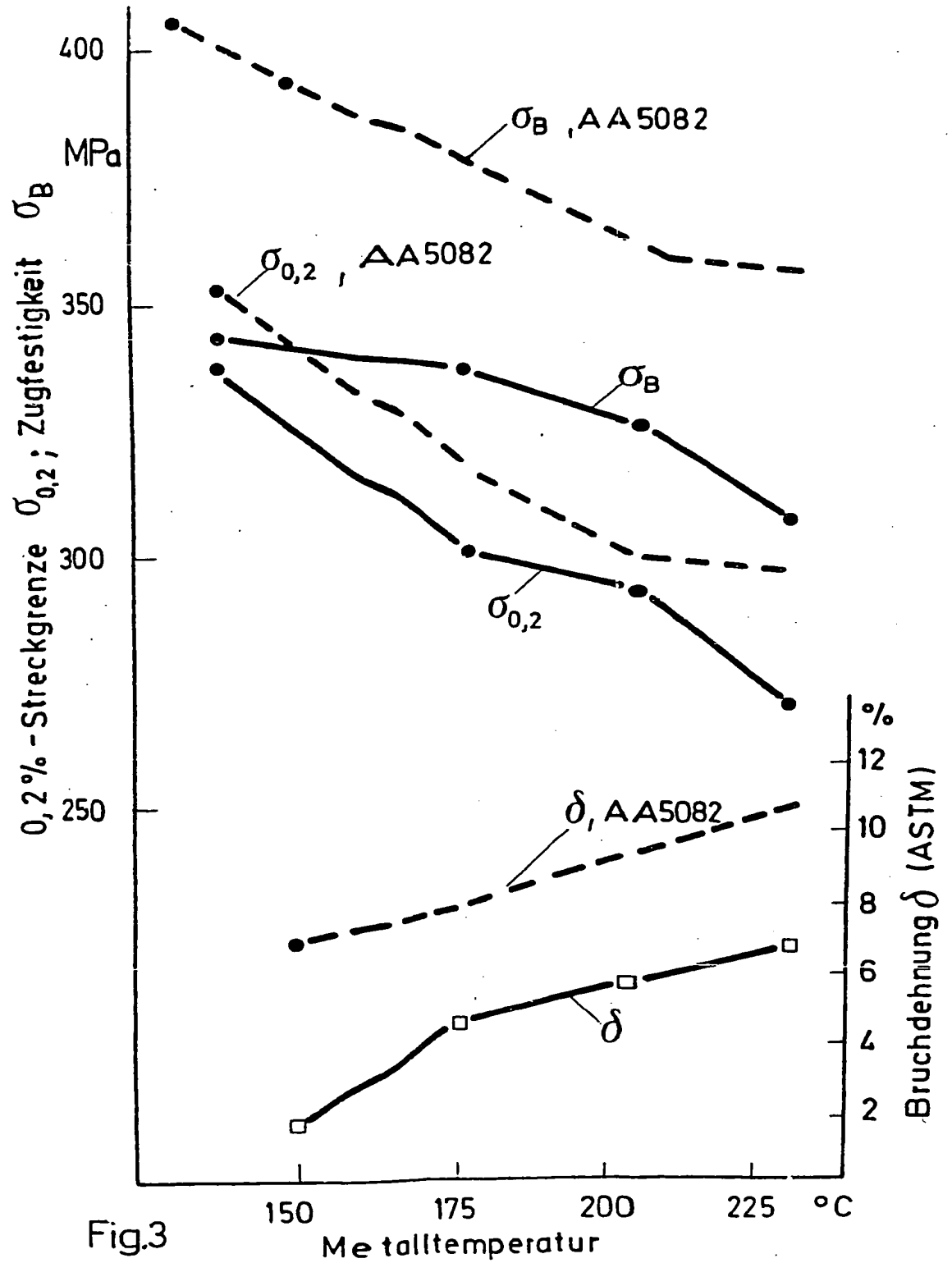


Fig.3

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.